

⑤1

Int. Cl. 2:

G 01 R 19/00

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

G 01 R 17/00

G 01 R 15/02 >

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 01 252 A 1

①1

# Offenlegungsschrift 26 01 252

②1

Aktenzeichen: P 26 01 252.2

②2

Anmeldetag: 15. 1. 76

④3

Offenlegungstag: 30. 6. 77

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

17. 12. 75 Schweiz 16388-75

⑤4

Bezeichnung:

Verfahren zur Messung von Gleichströmen mit galvanischer Trennung

⑦1

Anmelder:

BBC AG Brown, Boveri & Cie, Baden (Schweiz)

⑦4

Vertreter:

Kluge, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7891 Küssaberg

⑦2

Erfinder:

Puskas, Djordje, Dipl.-Ing., Wettingen (Schweiz)

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-PS 9 21 092

= US 32 26 640

DT-PS 9 73 121

DT-PS 11 48 325

DT-PS 11 30 068

DT-AS 10 13 008

= OE 2 16 629

DT-AS 11 05 514

= CH 3 68 864

DT-AS 11 70 537

DT-PS 11 43 586

= CH 3 45 387

= CH 3 88 450

DT-OS 22 24 618

= GB 9 84 982

US 35 73 616

DT 26 01 252 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1.) Verfahren zur Messung von Gleichströmen mit galvanischer Trennung, dadurch gekennzeichnet, dass der zu messende Gleichstrom ( $I_M$ ) über eine auf einem ferromagnetischen Kern (K) aufgebrachte erste Wicklung ( $W_1$ ) fließt, dass eine zweite, ebenfalls auf dem Kern (K) aufgebrachte Wicklung ( $W_2$ ) von einem einstellbaren Kompensationsstrom ( $I_K$ ) durchflossen wird, der so gerichtet ist, dass die von den beiden Gleichströmen ( $I_M, I_K$ ) im Kern (K) erzeugten und durch die Ampèrewindungszahlen in den Wicklungen ( $W_1, W_2$ ) bestimmten Magnetflüsse entgegengesetzte Richtung haben, dass der Kern (K) einen Luftspalt (L) aufweist, in dem ein Hallgenerator (H) untergebracht ist und dass die durch das bei Gleichheit der beiden Magnetflüsse erfolgende Verschwinden des resultierenden Magnetflusses im Kern (K) bedingte Nullspannung am Hallgenerator (H) detektiert wird und über eine Steuerungseinheit (ST) die Stärke des fortlaufend gemessenen Kompensationsstromes ( $I_K$ ) und somit - unter Berücksichtigung des Verhältnisses der Windungszahlen in den beiden Wicklungen ( $W_1, W_2$ ) - auch des Messtromes ( $I_M$ ) zur Anzeige bzw. Auswertung bringt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kern (K) ein Ringkern verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der verwendete Kern (K) U-förmige Gestalt hat.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Windungszahlen der beiden Wicklungen ( $W_1$ ,  $W_2$ ) übereinstimmen, so dass der bei Nullwerden der Hallspannung gemessene Kompensationsstrom ( $I_K$ ) dem Messtrom ( $I_M$ ) direkt gleich ist.
5. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 für Prozessautomatisierung, dadurch gekennzeichnet, dass zum Messen einer Anzahl n Mesströme mit galvanischer Trennung n Kerne ( $K_v$ ) mit je einer Wicklung ( $W_{1v}$ ) für den jeweiligen Messtrom ( $I_{Mv}$ ), einer Wicklung ( $W_{2v}$ ) für den Kompensationsstrom ( $I_K$ ) und je einem Hallgenerator ( $H_v$ ) sowie eine einzige Steuerungseinheit (ST) und ein gemeinsames Anzeigeinstrument (A) bzw. eine gemeinsame Auswertung vorgesehen sind, dass alle zweiten Wicklungen ( $W_{2v}$ ) gleichsinnig in Reihe geschaltet sämtlich durchfließt, und ferner dadurch gekennzeichnet, dass für einen Messzyklus der Kompensationsstrom ( $I_K$ ) von

einem relativ hohen Wert in einem bestimmten Richtungssinn über Null bis zu einem relativ hohen Wert im anderen Richtungssinn stetig verändert wird und bei jedem Verschwinden des resultierenden Magnetflusses im Kern (K) nicht nur die Nullspannung am entsprechenden Hallgenerator ( $H_v$ ) detektiert wird und die Anzeige des Stromwertes steuert, sondern auch die Nummer (v) bzw. Adresse des entsprechenden Messkreises an das Anzeigeinstrument (A) übermittelt wird.

BBC Aktiengesellschaft  
Brown, Boveri & Cie.

2601252

170/75

Me/dh

5.12.75

4

BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)  
=====

Verfahren zur Messung von Gleichströmen mit galvanischer  
Trennung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von Gleichströmen.

Bei manchen Anwendungen, namentlich aber bei Aufgaben auf dem Gebiet der Prozessautomatisierung, müssen Reihenmessungen- und auswertungen von Strömen vorgenommen werden. Herkömmliche Lösungen sehen eine direkte Erfassung jedes einzelnen Messtromes, die Messung der Stromstärke mittels individueller Messeinrichtungen und die ebenfalls individuelle Anzeige bzw. Auswertung des Messwertes vor. Es bedarf keines Hinweises, dass solche

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile bekannter

709826/0897

Lösungen zu vermeiden und ein Messverfahren für Gleichströme zu schaffen, das auch bei einer grossen Anzahl von Messkreisen in apparativer Hinsicht wenig aufwendig und daher relativ billig ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der zu messende Gleichstrom über eine auf einem ferromagnetischen Kern aufgebrachte erste Wicklung fliesst, dass eine zweite, ebenfalls auf dem Kern aufgebrachte Wicklung von einem einstellbaren Kompensationsstrom durchflossen wird, der so gerichtet ist, dass die von den beiden Gleichströmen im Kern erzeugten und durch die Amperewindungszahlen in den Wicklungen bestimmten Magnetflüsse entgegengesetzte Richtung haben, dass der Kern einen Luftspalt aufweist, in dem ein Hallgenerator untergebracht ist und dass die durch das bei Gleichheit der beiden Magnetflüsse erfolgende Verschwinden des resultierenden Magnetflusses im Kern bedingte Nullspannung am Hallgenerator detektiert wird und über eine Steuerungseinheit die Stärke des fortlaufend gemessenen Kompensationsstromes und somit - unter Berücksichtigung der Windungszahlen in den beiden Wicklungen - auch des Messtromes zur Anzeige bzw. Auswertung bringt.

Die Erfindung sei nun anhand des in der Figur gezeigten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Um das Prinzip verständlich zu machen, ist hier primärseitig zunächst nur ein einziger Messkreis M angenommen. Der Strom  $I_M$ , dessen Stromstärke zu messen ist, fliesst über eine erste Wicklung  $W_1$ , die auf einem

ferromagnetischen Kern K aufgebracht ist. Der Kern K ist vorzugsweise ein Topfkern, er kann aber auch andere, z.B. U-förmige Gestalt haben. Ferner weist der Kern K einen Luftspalt L auf, in dem ein Hallgenerator H untergebracht ist. Hallgeneratoren bzw. - wenn es sich um die Messung von Magnetfeldern handelt - Hallsonden sind allgemein bekannte Bauelemente, die im einfachsten Fall aus einem Halbleiterplättchen mit auf gegenüberliegenden Seiten angebrachten je zwei Kontakten bestehen, wovon zwei Kontakte für die Zuführung des Steuerstroms und die restlichen zwei Kontakte für die Abnahme der Hallspannung dienen. Im dargestellten Fall hat der Steuerstrom eine konstante Grösse, so dass die Hallspannung dem Magnetfeld im Luftspalt L proportional ist.

Dieses Magnetfeld wird nun nicht allein durch den Messtrom  $I_M$  bestimmt, der durch die Wicklung  $W_1$  fliesst, sondern auch durch den Kompensationsstrom  $I_K$ , der von einer variablen Quelle Q geliefert wird; der Gleichstrom  $I_K$  fliesst über eine zweite Wicklung  $W_2$  auf dem Kern K, und zwar bei einer Messung in dem Sinne, dass der im Kern K durch  $I_K$  erzeugte Magnetfluss dem durch den Strom  $I_M$  verursachten Magnetfluss entgegengesetzt gerichtet ist. Zunächst sei angenommen, dass die Wicklungen

Die dem resultierenden Magnetfluss im Kern K proportionale

2601252

7

Hallspannung wird einer Steuerungseinheit ST zugeführt, die eingangsseitig einen Nullspannungsdetektor aufweist. Solange die Ströme  $I_M$  und  $I_K$  voneinander verschieden sind, existiert im Luftspalt L ein resultierendes Magnetfeld und somit auch eine von Null verschiedene Hallspannung. Der Nulldetektor wird nicht betätigt, so dass die Steuerungseinheit ST einerseits fortführt, die steuerbare Quelle Q und somit den Kompensationsstrom  $I_K$  zu verändern und andererseits die Anzeige bzw. Auswertung der Grösse des Kompensationsstromes  $I_K$  durch das Anzeigegerät A sperrt.

Erreicht nun die Stromstärke des variablen Kompensationsstromes  $I_K$  die Stromstärke des Messtromes  $I_M$ , so wird das resultierende Magnetfeld im Luftspalt L und somit die Hallspannung Null. Dieser Zustand wird durch den in der Steuerungseinheit ST vorgesehenen Nullspannungsdetektor detektiert, woraufhin die Einheit ST einerseits die weitere Veränderung der variablen Quelle Q unterbricht und andererseits die Sperrung des Anzeigegerätes A aufhebt, so dass die Stromstärke des von der Quelle Q gelieferten Kompensationsstromes  $I_K$  zur Anzeige und/oder Auswertung gebracht wird. Der gemessene Strom (s.o.) entspricht dem primären Messtrom  $I_M$ . Da die Flussrichtung des Messtromes  $I_M$  nicht von vornherein bekannt ist, genügt es offenbar im allgemeinen nicht, den Kompensationsstrom, von Null beginnend, in einer Richtung zu verändern. Das resultierende Magnetfeld im Kern könnte dadurch ständig ver-

grössert werden, ohne einen Nulldurchgang aufzuweisen. Praktisch ist daher etwa so vorzugehen, dass man bei einem Messvorgang bei relativ grossen, z.B. negativen Werten von  $I_K$  beginnt, durch Null geht und den Strom bis zu relativ hohen positiven Werten steigert. So hat man die Gewähr, dass jeder primärseitige Strom, unabhängig von der Richtung, gemessen wird.

Diese sekundärseitige Messung mit galvanischer Trennung bringt, wie oben schon bemerkt, beträchtliche Vorteile mit sich und zwar besonders dann, wenn es sich um eine grössere Anzahl von Messkreisen handelt. Dies ist namentlich auf dem Gebiet der Prozessautomatisierung der Fall. Es sei angenommen, dass primärseitig eine Anzahl  $n$  Messkreise vorhanden ist, in denen Gleichströme  $I_{Mv}$  fliessen und individuell gemessen werden sollen.  $n$  kann z.B. gleich 16 sein. Es soll gezeigt werden, dass auch in diesem Fall eine einzige Quelle  $Q$  zur Erzeugung des variablen Kompensationsstromes  $I_K$ , eine einzige Steuerungseinheit  $ST$  und ein einziges Anzeige- bzw. Auswertegerät  $A$  für sämtliche Messungen ausreichen.

Dazu wird für jeden Messkreis  $M_v$  ein Kern  $K_v$  mit Primärwicklung  $W_{1v}$  und Sekundärwicklung  $W_{2v}$  sowie dem Hallgenerator  $H_v$  vorge-

flossen, der wieder von der variablen Quelle  $Q$  geliefert wird.

Die Steuerstromkontakte sämtlicher Hallgeneratoren  $A_v$  sind in Reihe geschaltet, so dass für alle Hallgeneratoren ein einziger Steuerstrom benötigt wird. Für jeden der Hallgeneratoren  $H_v$  ist in der Steuerungseinheit ST ein individueller Nullspannungsdetektor (Komparator) vorgesehen, der mit den Hallspannungskontakten des entsprechenden Hallspannungsgenerators  $H_v$  verbunden ist und auch die Nummer (Adresse des dem Generator  $H_v$  zugeordneten Messkreises  $M_v$ ) fest gespeichert hat und weiterleiten kann.

Auch hier geht die Messung praktisch so vor sich, dass bei einem Messzyklus der Kompensationsstrom  $I_K$  z.B. von relativ grossen negativen Werten über Null bis zu grossen positiven Werten variiert wird. Dabei besteht Sicherheit, dass alle primärseitigen Ströme - unabhängig von der Richtung - gemessen werden. Koinzidiert der Kompensationsstrom  $I_K$  mit irgendeinem Messstrom  $I_{Mv}$  und ist er in der Wicklung  $W_{2v}$  in bezug auf den Primärstrom  $I_{Mv}$  in der Wicklung  $W_{1v}$  entgegengesetzt gerichtet, so verschwindet die zugeordnete Hallspannung, und der diesem Messkreis zugeordnete Nullspannungsdetektor (Komparator) in der Steuerungseinheit ST spricht an. Er bewirkt - wie schon oben beschrieben - die Aufhebung der Sperrung für die Anzeige- bzw. Auswerteeinrichtung A, so dass die Grösse des Kompensationsstroms  $I_K$  mittels der Verbindung mit der steuerbaren Quelle Q gemessen, angezeigt und eventuell ausgewertet wird. Vom Nullspannungsdetektor wird ferner die Nummer  $v$  bzw. Adresse

des entsprechenden Messkreises  $M_V$  an die Einrichtung a übermittelt, so dass der gemessene Strom  $I_{MV}$  identifiziert ist. Man kann bei jeder Anzeige eines Stromes  $I_{MV}$  ein automatisches Stillsetzen der veränderlichen Quelle  $Q$  vorsehen, so dass der Strom  $I_K$  auf dem konstanten Wert  $I_{MV}$  stehenbleibt, und nach Ablesen dieses Wertes den Messzyklus fortsetzen. Natürlich kann man auch, ohne den Zyklus zu unterbrechen, den jeweiligen Messwert mit Adresse in einen entsprechenden Speicher übertragen, wo er beliebig lange verfügbar ist. Bei einer unmittelbaren Auswertung der Messwerte ist weder eine Unterbrechung des Messzyklus noch eine Speicherung erforderlich.

Schliesslich sei noch auf die Möglichkeit hingewiesen, mit Hilfe des vorgeschlagenen Verfahrens sehr starke Gleichströme, deren direkte Messung Schwierigkeiten machen würde, durch Erfassung viel kleinerer Kompensationsströme bequem zu messen. Hierzu werden die Windungszahlen der Wicklungen  $W_1$  und  $W_2$  entsprechend verschieden gemacht; während  $W_1$  z.B. aus einer einzigen Windung bestehen kann (der stromführende Leiter könnte auch einfach durch eine Oeffnung im Kern durchgeführt sein), weist die Kompensationswicklung  $W_2$  eine grosse Zahl Windungen auf, z.B.  $n$  Windungen. Da die beiden Magnetflüsse im Kern durch sind, ist ein gegenüber dem zu messenden Strom  $I_M$   $n$  mal schwächerer Kompensationsstrom  $I_M$  erforderlich, um das resultierende

Magnetfeld im Luftspalt zum Verschwinden zu bringen. Der gemessene Kompensationsstrom muss dann mit  $n$  multipliziert werden, um den zu messenden Strom  $I_M$  zu erhalten.

Das vorgeschlagene Verfahren erlaubt gegenüber den bekannten Methoden erhebliche Einsparungen; bei einer grösseren Anzahl Messkreise ist es dabei möglich, individuelle Messeinrichtungen für jeden Messkreis zu vermeiden und sekundärseitig eine einzige Messeinrichtung für alle Messkreise vorzusehen.

12

Leerseite

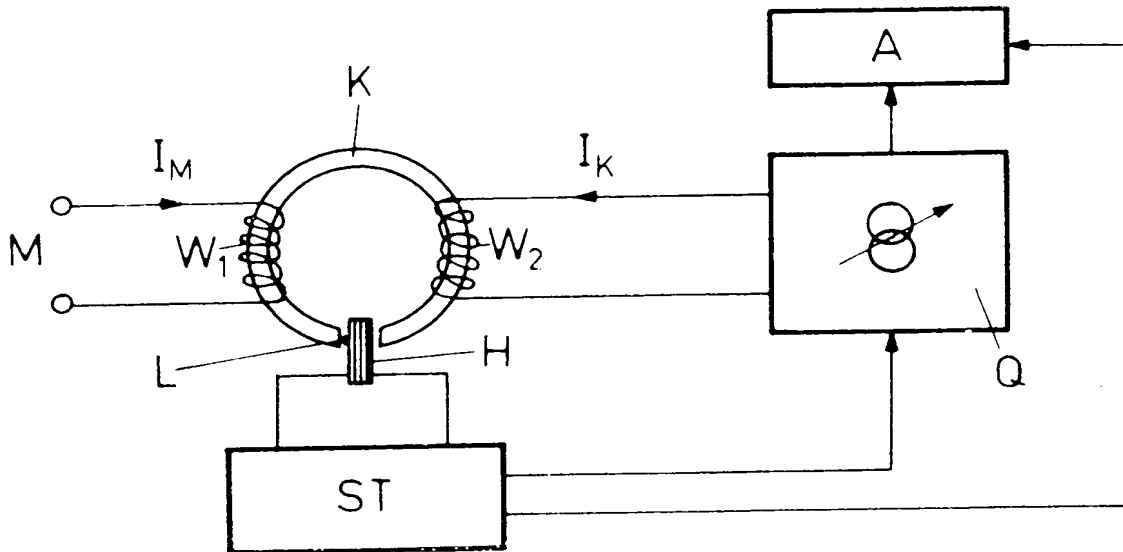
2601252

13

Int. 2:  
Anm. tag:  
Offenlegungstag:

2601252  
G 01 R 19/00  
15. Januar 1976  
30. Juni 1977

G 01 R 19/00  
15.1.76  
S



709826/0897